

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 Date of Application: 2002年12月 6日

出願番号 Application Number: 特願2002-354520

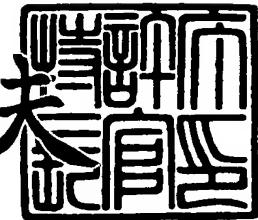
[ST. 10/C]: [JP2002-354520]

出願人 Applicant(s): 株式会社三協精機製作所

2003年10月22日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



〔書類名〕

特許願

〔整理番号〕

2002-09-25

〔あて先〕

特許庁長官

殿

〔国際特許分類〕

G11B 7/08

〔発明者〕

〔住所又は居所〕 長野県諏訪郡下諏訪町5329番地 株式会社三協精機
製作所内

〔氏名〕 酒井 博

〔特許出願人〕

〔識別番号〕 000002233

〔氏名又は名称〕 株式会社三協精機製作所

〔代理人〕

〔識別番号〕 100090170

〔弁理士〕

〔氏名又は名称〕 横沢 志郎

〔電話番号〕 0263(40)1881

〔手数料の表示〕

〔予納台帳番号〕 014801

〔納付金額〕 21,000円

〔提出物件の目録〕

〔物件名〕 明細書 1

〔物件名〕 図面 1

〔物件名〕 要約書 1

〔ブルーフの要否〕 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光強度分布計測方法、および光強度分布計測装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体レーザから出射されたレーザ光束の光強度分布を計測するための光強度分布計測方法であって、

前記半導体レーザから出射されたレーザ光束の複数箇所での光強度を計測し、その計測結果を t 分布関数に当てはめて光強度分布を算出することを特徴とする光強度分布計測方法。

【請求項 2】 請求項 1において、前記光強度分布を算出するにあたって、 t 分布関数のパラメータについては非線形の最小自乗法を用いることを特徴とする光強度分布計測方法。

【請求項 3】 半導体レーザから出射されたレーザ光束の光強度分布を計測するための光強度分布計測装置であって、

前記半導体レーザから出射されたレーザ光束の複数箇所での光強度を計測する光強度検出手段と、該光強度検出手段での計測結果を t 分布関数に当てはめて光強度分布を算出するデータ処理手段とを有することを特徴とする光強度分布計測装置。

【請求項 4】 請求項 3において、前記データ処理手段は、 t 分布関数の各パラメータについては非線形の最小自乗法を用いることを特徴とする光強度分布計測装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体レーザから出射されるレーザ光束の強度分布を計測するための光強度分布計測方法、および光強度分布計測装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

CDやDVDなどの光記録媒体に対する情報の再生記録を行うための光ヘッド装置、光ファイバー光学系などといったレーザ光学系を構成する際、半導体レー

ザから出射されるレーザ光束の二次元方向における光強度分布を形成して、光の利用効率を算出したり、光学系により集光したときの焦点近傍におけるスポットサイズを計算する必要がある。但し、レーザ光束の二次元方向の光強度分布を求める際には、複数箇所の光強度を計測し、この計測結果を所定の確率密度関数に当てはめて光強度分布を算出する必要がある。

【0003】

このため、レーザ光束の二次元方向の光強度分布を求めるための光強度分布計測装置には、図1に示すように、半導体レーザ11から出射されたレーザ光束の複数箇所での光強度を計測する光強度検出装置12と、この光強度検出装置12での計測結果に基づいて光強度分布を算出するデータ処理装置13とが設けられている。ここで、光強度検出装置12は、受光した光強度を電気信号に変換する受光素子121と、この受光素子121がレーザ光束の一部を検出可能とするピンホールやスリットが形成された遮光板122とを有しており、光強度検出装置12を半導体レーザ11の発光点を中心に回転させれば、発光点から任意の角度に到達するレーザ光の強度を検出できる。

【0004】

一方、データ処理装置13は、従来、レーザ光が下式(1)で示すガウス分布(正規分布)に従うとして、光強度検出装置12での計測結果をガウス分布に当てはめて光強度分布を算出する。

【0005】

【数1】

$$y = f(x | \mu, \sigma) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad \dots \text{式 (1)}$$

【0006】

ここで、光強度分布は、下式(2)で示すように、レーザ光束の中心近傍での最大強度、その位置座標(δx 、 δy)、および最大強度位置からX方向および

Y方向に傾けていったときに最大強度に対して $1/2$ となる半値幅 (FWHM) の角度位置 ($//\theta$ 、 $\perp\theta$) で表わされる。

【0007】

【数2】

$$f(x, y) = C^{(1.6986 \cdot 0.5 \cdot \text{FWHM}_x)^2} \cdot C^{\frac{-2 \cdot (y - \delta_y)^2}{(1.6986 \cdot 0.5 \cdot \text{FWHM}_y)^2}} \quad \dots \text{式(2)}$$

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来のように、レーザ光の強度分布がガウス分布に従うとして求めた光強度分布と、実測値とを比較すると、図3に示すように、光強度分布の裾部分において数%もの誤差が生じており、レーザ光の利用効率やスポットサイズを正確に求めることができないという問題点がある。

【0009】

以上の問題点に鑑みて、本発明では、半導体レーザから出射されたレーザ光束の光強度分布をより正確に求めることのできる光強度分布計測方法、および光強度分布計測装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本発明では、半導体レーザから出射されたレーザ光束の光強度分布を計測するための光強度分布計測方法において、前記半導体レーザから出射されたレーザ光束の複数箇所での光強度を計測し、その計測結果を、以下の式(3)、(4)で表わされる t 分布関数 (スチューデント分布 $/ t - d$ istribution) に当てはめて光強度分布を算出することを特徴とする。

【0011】

【数3】

$$y = f(x | v) = \frac{\Gamma\left(\frac{v+1}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{v}{2}\right)} \frac{1}{\sqrt{v\pi}} \frac{1}{\left(1 + \frac{x^2}{v}\right)^{\frac{v+1}{2}}} \quad \dots \text{式 (3)}$$

【0012】

【数4】

$$\Gamma(a) = \int_0^\infty e^{-t} t^{a-1} dt \quad \dots \text{式 (4)}$$

【0013】

また、本発明では、半導体レーザから出射されたレーザ光束の光強度分布を計測するための光強度分布計測装置において、前記半導体レーザから出射されたレーザ光束の複数箇所での光強度を計測する光強度検出手段と、該光強度検出手段での計測結果を、上式で表わされる t 分布関数に当てはめて光強度分布を算出するデータ処理手段とを有することを特徴とする。

【0014】

レーザ光束の光強度分布を求める際には、複数箇所の光強度を計測し、この計測結果を所定の確率密度関数に当てはめて光強度分布を算出する必要があるが、本発明では、ガウス分布よりも t 分布関数の方が実測値に近いとして、光強度検出手段での計測結果を t 分布関数に当てはめて光強度分布を算出する。このため、光強度分布の裾部分においても誤差の少ない光強度分布を求めることができる。このため、レーザ光の利用効率やスポットサイズを正確に求めることができる。

【0015】

本発明において、前記光強度分布を算出するにあたって、 t 分布関数のパラメータについては非線形の最小自乗法を用いることが好ましい。すなわち、本発明

に係る光強度分布計測装置において、前記データ処理手段は、 t 分布関数の各パラメータについては非線形の最小自乗法を用いることが好ましい。 t 分布関数のパラメータについては、推定した分布から求められる予測値と、光強度検出手段での計測結果との残差の自乗和が最小となるパラメータを求める。この際、本発明において t 分布関数で表わすのに必要なパラメータは、それを偏微分したときに一次偏導関数がパラメータ自身を含むため、計算式を解析的には解けないが、ニュートン法、その改良手法などといった反復解法を用いるなど、非線形の最小自乗法を用いれば、 t 分布関数のパラメータを求めることができる。

【0016】

【発明の実施の形態】

図面を参照して、本発明を適用した光強度分布計測方法、および光強度分布計測装置を説明する。

【0017】

図1は、光強度分布計測装置の構成図である。図2は、本発明に係る方法で算出した光強度分布と、実測値とを比較して示すグラフである。

【0018】

図1において、光強度分布計測装置10は、半導体レーザ11から出射されるレーザ光束の二次元方向における光強度分布を求めるためのものであり、半導体レーザ11から出射されたレーザ光束の複数箇所での光強度を計測する光強度検出手段12と、この光強度検出手段12での計測結果に基づいて光強度分布を算出するデータ処理手段13とを有している。

【0019】

光強度検出手段12は、受光した光強度を電気信号に変換する受光素子121と、この受光素子121と半導体レーザ11との間に配置され、受光素子121がレーザ光束の一部を検出可能とするピンホールやスリットが形成された遮光板122とを有しており、光強度検出手段12を半導体レーザ11の発光点を中心回転させれば、発光点から任意の角度に到達するレーザ光の強度を検出することができる。

【0020】

一方、本形態において、データ処理装置 13 は、以下の出順で光強度分布を求めるマイクロコンピュータ、およびその動作プログラムなどが格納されたメモリなどを備えており、レーザ光が下式 (5)、(6) で示す t 分布関数に従うとして、光強度検出装置 12 での計測結果を t 分布関数に当てはめて光強度分布を算出する。

【0021】

【数5】

$$y = f(x | v) = \frac{\Gamma\left(\frac{v+1}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{v}{2}\right)} \frac{1}{\sqrt{v\pi}} \frac{1}{\left(1 + \frac{x^2}{v}\right)^{\frac{v+1}{2}}} \quad \dots \text{式 (5)}$$

【0022】

【数6】

$$\Gamma(\alpha) = \int_0^{\infty} e^{-t} t^{\alpha-1} dt \quad \dots \text{式 (6)}$$

【0023】

ここで、光強度分布は、半導体レーザ 11 から出射されるレーザ光束の二次元方向 (X 方向、Y 方向) で求める必要があるため、本形態では、式 (5) を下式 (7) のように変形して用いる。

【0024】

【数7】

$$f(x, y) = \frac{\Gamma\left(\frac{v_x+1}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{v_x}{2}\right)} \frac{1}{\sqrt{v_x \pi}} \frac{1}{\left(1 + \frac{x^2}{v_x}\right)^{\frac{v_x+1}{2}}} \cdot \frac{\Gamma\left(\frac{v_y+1}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{v_y}{2}\right)} \frac{1}{\sqrt{v_y \pi}} \frac{1}{\left(1 + \frac{y^2}{v_y}\right)^{\frac{v_y+1}{2}}} \cdots \text{式(7)}$$

【0025】

なお、上式(7)において、自由度(計測点数)を n_x 、 n_y としたとき、 $v_x = n_x - 1$ 、 $v_y = n_y - 1$ である。

【0026】

ここで、上式のX成分、およびY成分を下式(8)、(9)で表わすと、式(7)は、式(10)として表わされる。

【0027】

【数8】

$$\text{X成分} : \frac{\Gamma\left(\frac{v_x+1}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{v_x}{2}\right)} \frac{1}{\sqrt{v_x \pi}} \frac{1}{\left(1 + \frac{x^2}{v_x}\right)^{\frac{v_x+1}{2}}} = \text{TPDF}_x(x, v_x) \cdots \text{式(8)}$$

【0028】

【数9】

$$\text{Y成分} : \frac{\Gamma\left(\frac{v_y+1}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{v_y}{2}\right)} \frac{1}{\sqrt{v_y \pi}} \frac{1}{\left(1 + \frac{y^2}{v_y}\right)^{\frac{v_y+1}{2}}} = \text{TPDF}_y(y, v_y) \cdots \text{式(9)}$$

【0029】

【数10】

$$f(x, y) = \text{TPDF}_x(x, v_x) \cdot \text{TPDF}_y(y, v_y) \cdots \text{式 (10)}$$

【0030】

また、レーザ光束の最高強度の中心からのずれを表わすには、下式（11）で示すように、X軸方向およびY軸方向の各々にオフセット値 δ_x 、 δ_y を入れる。

【0031】

【数11】

$$f(x, y) = \text{TPDF}_x(x - \delta_x, v_x) \cdot \text{TPDF}_y(y - \delta_y, v_y) \cdots \text{式 (11)}$$

【0032】

また、通常、最高強度は1にノーマライズして表現するので、式（11）の右辺をTPDFの最高値で割れば、式（12）に示すように、ノーマライズできる。

【0033】

【数12】

$$f(x, y) = \frac{\text{TPDF}_x(x - \delta_x, v_x)}{\text{TPDF}_x(x_0, v_x)} \cdot \frac{\text{TPDF}_y(y - \delta_y, v_y)}{\text{TPDF}_y(y_0, v_y)} \cdots \text{式 (12)}$$

【0034】

さらに、レーザ光束の広がり角を決める係数は、式（13）に示すように、式（12）において、各変数 x 、 y に係数 α_x 、 α_y をつけることによって表現できる。

【0035】

【数13】

$$f(x, y) = \frac{\text{TPDF}_x(\alpha_x \cdot x - \delta_x, v_x)}{\text{TPDF}_x(x_0, v_x)} \cdot \frac{\text{TPDF}_y(\alpha_y \cdot y - \delta_y, v_y)}{\text{TPDF}_y(y_0, v_y)} \dots \text{式 (13)}$$

【0036】

これにより、レーザ光の光束の二次元方向における光強度分布を表現できる。

【0037】

ここで、上式については、各パラメータ δ_x 、 δ_y 、 V_x 、 V_y 、 α_x 、 α_y を求める必要があり、本形態では、 t 分布関数の各パラメータについては非線形の最小自乗法を用いる。すなわち、 t 分布関数のパラメータについては、推定した分布から求められる予測値と、光強度検出手段での計測結果との残差の自乗和が最小となるパラメータを求めるが、この際、各パラメータは、それを偏微分したときに一次偏導関数がパラメータ自身を含むため、計算式を解析的には解けない。そこで、本形態では、ニュートン法、その改良手法などといった反復解法を用いる。このような、非線形の最小自乗法については、Dennis, J. E. Jr., "Nonlinear Least Squares," State of the Art in Numerical Analysis ed. D. Jacobs, Academic Press, pp. 269-312, 1977などに詳しい。

【0038】

このようにして、複数箇所の光強度の計測結果を t 分布確率密度関数に当てはめてX軸方向およびY軸方向における光強度分布を算出し、その算出結果と、実測値とを比較すると、図2に示すように、光強度分布の裾部分においても誤差の少ない光強度分布を求めることができる。それ故、レーザ光の利用効率やスポットサイズを正確に求めることができる。

【0039】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明では、半導体レーザから出射されたレーザ光束の

複数箇所の光強度を計測し、この計測結果を t 分布関数に当てはめて光強度分布を算出する。このため、光強度分布の裾部分においても誤差の少ない光強度分布を求めることができるので、レーザ光の利用効率やスポットサイズを正確に求めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

光強度分布計測装置の構成図である。

【図 2】

本発明に係る方法で算出した光強度分布と、実測値とを比較して示すグラフである。

【図 3】

従来の方法で算出した光強度分布と、実測値とを比較して示すグラフである。

【符号の説明】

1 0 光強度分布計測装置

1 1 半導体レーザ

1 2 光強度検出装置

1 3 データ処理装置

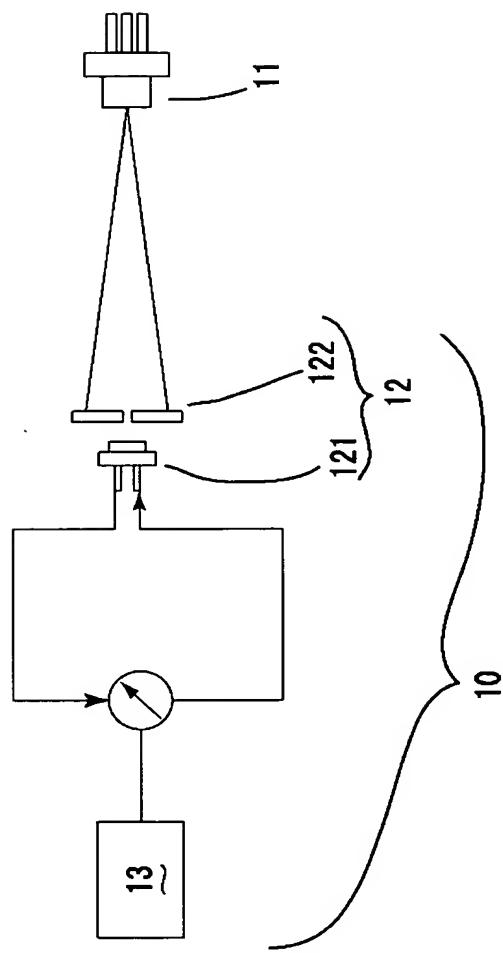
1 2 1 受光素子

1 2 2 遮光板

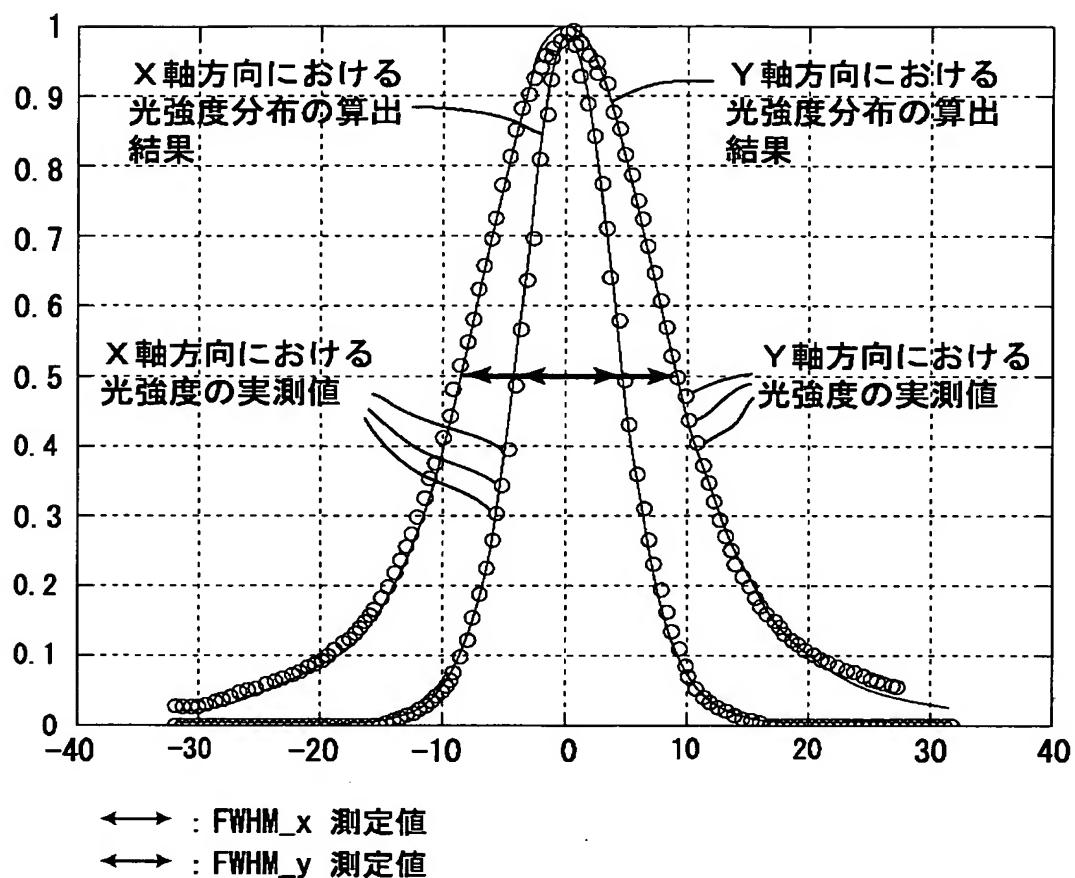
【書類名】

図面

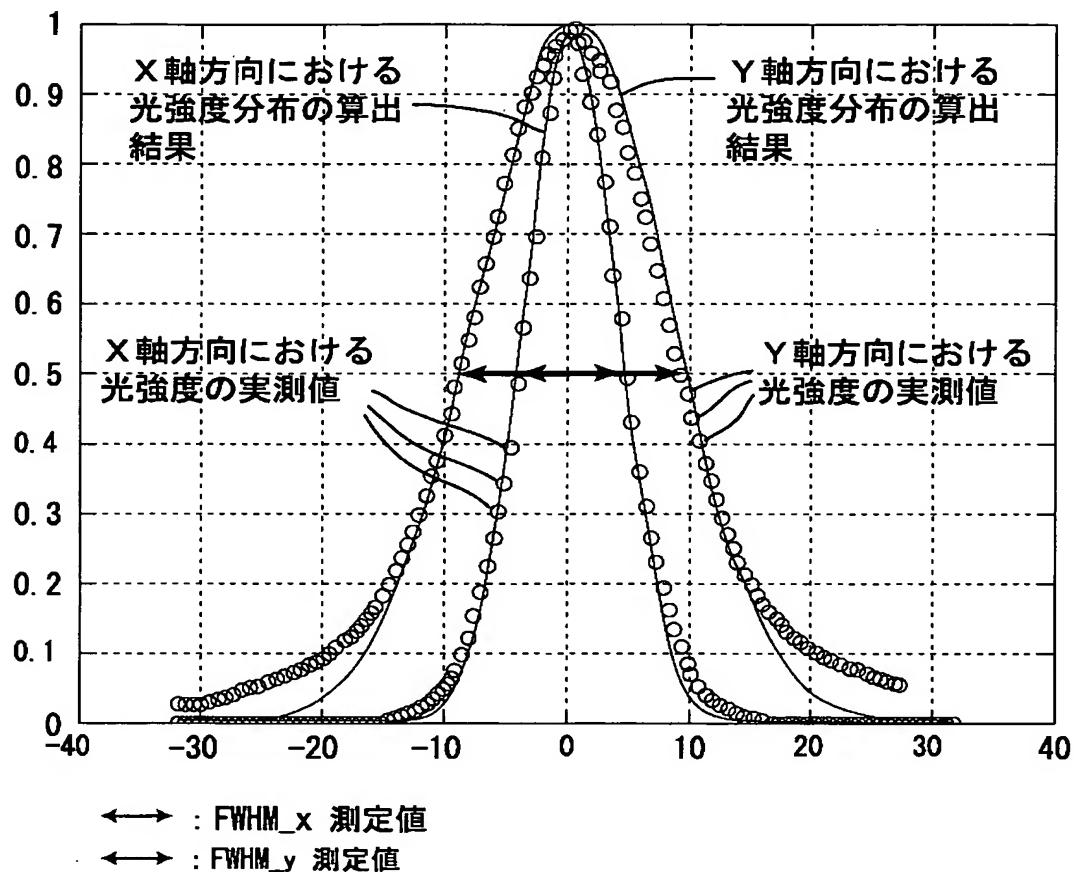
【図 1】



【図2】



【図3】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 半導体レーザから出射されたレーザ光束の光強度分布をより正確に求めることのできる光強度分布計測方法、および光強度分布計測装置を提供すること。

【解決手段】 光強度分布計測装置10は、半導体レーザ11から出射されたレーザ光束の光強度分布を計測するための装置であって、半導体レーザ11から出射されたレーザ光束の所定位置での光強度を計測する光強度検出装置12と、この光強度検出装置12での計測結果をt分布関数に当てはめて光強度分布を算出するデータ処理装置13とを有している。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2002-354520
受付番号	50201847106
書類名	特許願
担当官	第八担当上席 0097
作成日	平成14年12月 9日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成14年12月 6日
-------	-------------

次頁無

出証特2003-3087036

特願 2002-354520

出願人履歴情報

識別番号 [000002233]

1. 変更年月日 1990年 8月20日

[変更理由] 新規登録

住 所 長野県諏訪郡下諏訪町5329番地
氏 名 株式会社三協精機製作所